COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 26 AVRIL 1841.

PRÉSIDENCE DE M. SERRES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

« Après la lecture du procès-verbal, M. Arago fait remarquer que l'avant-dernier article du dernier *Compte rendu* prête à M. Korilski une pensée dont il n'y a pas la plus légère trace dans la Lettre communiquée à l'Académie le 19 avril. M. Korilski croit que M. Arago s'est trompé sur un point de la théorie des influences lunaires de M. Schubeler ; il prétend encore que M. Arago a refusé, à tort, de faire jouer un rôle essentiel au rayonnement, dans la formation des glaces de fond, mais il ne parle pas d'*inexactitudes qu'aurait commises le secrétaire en annonçant le sujet de quelques-uns de ses Mémoires.* M. Arago est surpris que l'article contre lequel il réclame ait été publié sans aucune mention de la réponse verbale qu'il fit à la Lettre de M. Korilski au moment de sa présentation. »

« M. Arago aurait eu encore des observations à présenter sur un second article du même *Compte rendu,* qu'il n'hésite pas à qualifier d'*inconcevable ;* mais l'absence de MM. Flourens et Libri le détermine à ajourner sa réclamation. »

Note de M. **Bouvard** *à l'occasion d'une Note lue par* M. Libri *dans la séance précédente.*

« J'ai lu avec un sentiment pénible que tout le monde comprendra, la diatribe que M. Libri a insérée contre moi dans le dernier numéro du *Compte rendu.* J'y répondrai en un seul mot : Je désire qu'après une carrière aussi longue que la mienne, M. Libri n'ait pas à se reprocher des fautes plus graves que celles qu'il a énumérées devant vous avec tant de détails. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Mémoire sur diverses formules relatives à l'algèbre et à la théorie des nombres ; par* M. **Augustin Cauchy.**

« Ce Mémoire sera divisé en deux paragraphes.

» Dans le premier paragraphe, je déduirai des relations qui existent entre les coefficients d'une équation algébrique et les sommes des puissances semblables de ses racines, une formule qui jouit d'une propriété singulière. Pour toutes les valeurs entières et positives, attribuées à deux variables que cette formule renferme, le premier membre se réduit à la plus petite variable ou à zéro, suivant que la plus petite variable divise ou ne divise pas la plus grande.

» Dans le second paragraphe, je m'occuperai de nouveau d'une question souvent traitée par les géomètres, savoir, de la résolution des équations indéterminées du premier degré en nombres entiers. On connaît la solution algébrique que M. Binet et M. Libri ont donnée de ce problème, pour le cas de deux inconnues. Mais quelque simple que soit, sous le rapport analytique, la solution dont il s'agit, nous verrons qu'elle peut être encore simplifiée, de manière à ne plus exiger la formation de tables qui offrent la décomposition d'un nombre entier quelconque en facteurs premiers.

» Quand on sait résoudre les équations indéterminées à deux inconnues, on sait aussi résoudre les équations qui renferment trois ou un plus grand nombre d'inconnues, puisqu'on peut commencer par choisir arbitrairement quelques-unes de ces dernières. Mais il peut arriver que, dans un problème indéterminé, on ait seulement besoin de connaître les valeurs entières, nulles ou positives, des inconnues; et ces valeurs seront certainement en nombre fini, si, dans le premier membre d'une équation li-

néaire donnée, les coefficients de toutes les inconnues sont des quantités de même signe. Alors la question se réduit à décomposer un nombre entier donné en parties égales ou inégales, dont chacune soit un terme d'une suite finie donnée. Cette question se reproduit dans diverses circonstances, par exemple, quand on se propose de développer les puissances d'un polynome qui renferme un nombre fini ou infini de termes, de déterminer les sommes des puissances semblables des racines d'une équation algébrique ou transcendante, ou de calculer les nombres de Bernoulli. Dans ces cas, et dans plusieurs autres, le coefficient de l'une des inconnues se réduit à l'unité, ce qui permet de résoudre assez facilement la question, en commençant par fixer la valeur de l'inconnue dont le coefficient est le plus grand. Au reste, j'indiquerai un moyen facile de résoudre, dans tous les cas, les questions de ce genre, et même de les réduire à de simples soustractions.

§ Ier. *Relations qui existent entre les coefficients d'une équation algébrique et les sommes des puissances semblables de ses racines. Formules singulières déduites de ces mêmes relations.*

» Soit m un nombre entier quelconque. On aura, comme l'on sait,

$$(1)\qquad (x+y+z\ldots)^m = \Sigma(\mathrm{a},\ \mathrm{b},\ \mathrm{c},\ldots)\, x^{\mathrm{a}} y^{\mathrm{b}} z^{\mathrm{c}},\ldots,$$

la sommation que le signe Σ indique s'étendant à toutes les valeurs entières, nulles ou positives, de a, b, c,... qui vérifient la condition

$$\mathrm{a}+\mathrm{b}+\mathrm{c}+\ldots = m,$$

et le nombre entier que représente l'expression (a, b, c,...) étant déterminé par la formule

$$(\mathrm{a},\ \mathrm{b},\ \mathrm{c},\ldots) = \frac{1.2\ldots m}{(1.2\ldots\mathrm{a})(1.2\ldots\mathrm{b})(1.2\ldots\mathrm{c})\ldots},$$

où l'on doit omettre, dans le second membre, celles des quantités a, b, c,... qui se réduiraient à zéro; en sorte qu'on trouvera, par exemple, en supposant

$$\mathrm{a} = m,\quad \mathrm{b} = \mathrm{c} = \ldots = 0,$$

$$(\mathrm{a},\ \mathrm{b},\ \mathrm{c},\ldots) = (m,\ 0,\ 0,\ldots) = \frac{1.2\ldots m}{1.2\ldots m} = 1.$$

Si, dans la formule (1), on remplace la somme

$$x + y + z + \dots$$

par un polynome de la forme

$$X = lx + \dots + px^{n-1} + qx^n,$$

on en conclura

$$(2) \qquad X^m = A_m x^m + A_{m+1} x^{m+1} + \dots + A_{mn} x^{mn},$$

la valeur de A_i étant donnée par la formule

$$(3) \qquad A_i = \Sigma(a, b, \dots, h, k) l^a \dots p^h q^k,$$

dans laquelle la sommation indiquée par le signe Σ devra s'étendre à toutes les valeurs entières, nulles ou positives, de

$$a, b, \dots, h, k,$$

qui vérifieront les deux conditions

$$a + b + \dots + h + k = m,$$
$$a + 2b + \dots + (n-1)h + nk = i.$$

Des équations (1), (2), (3), jointes aux deux suivantes

$$(4) \qquad e^x = 1 + x + \frac{x^2}{1.2} + \dots,$$

$$(5) \qquad l(1 + x) = x - \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{3} - \dots,$$

on déduit aisément les formules qui expriment les relations existantes entre les coefficients d'une équation algébrique et les sommes des puissances semblables de ses racines. Rappelons d'abord ces dernières formules en peu de mots.

» Soient $\alpha, \beta, \gamma, \dots$, les racines de l'équation algébrique

$$(6) \qquad x^n + a_1 x^{n-1} + a_2 x^{n-2} + \dots + a_{n-1} x + a_n = 0,$$

et

$$s_i = \alpha^i + \mathcal{C}^i + \gamma^i + \ldots,$$

la somme des $i^{\text{èmes}}$ puissances de ces racines. En posant

$$x = \frac{1}{z}$$

dans l'équation identique

$$x^n + a_1 x^{n-1} + \ldots + a_{n-1} x + a_n = (x - \alpha)(x - \mathcal{C})(x - \gamma)\ldots,$$

on en conclura

$$(7) \quad 1 + a_1 z + \ldots + a_{n-1} z^{n-1} + a_n z^n = (1 - \alpha z)(1 - \mathcal{C} z)(1 - \gamma z)\ldots;$$

puis en prenant les logarithmes népériens des deux membres de l'équation (7), et ayant égard à la formule (5), on trouvera

$$(8) \quad s_1 z + \tfrac{1}{2} s_2 z^2 + \tfrac{1}{3} s_3 z^3 + \ldots = -\mathrm{l}(1 + a_1 z + \ldots + a_{n-1} z^{n-1} + a_n z^n),$$

et par suite

$$(9) \quad 1 + a_1 z + \ldots + a_{n-1} z^{n-1} + a_n z^n = e^{-(s_1 z + \frac{1}{2} s_2 z^2 + \frac{1}{3} s_3 z^3 + \ldots)}.$$

Si maintenant on développe les seconds membres des équations (8), (9), à l'aide des formules (4), (5), jointes à la formule (3), et si dans les équations nouvelles ainsi obtenues on égale entre eux les coefficients des puissances semblables de z, on en conclura

$$(10) \quad s_i = i \Sigma (-1)^{\mathsf{a}+\mathsf{b}+\ldots+\mathsf{h}+\mathsf{k}} \frac{(\mathsf{a}, \mathsf{b}, \ldots, \mathsf{h}, \mathsf{k})}{\mathsf{a}+\mathsf{b}+\ldots+\mathsf{h}+\mathsf{k}} a_1^{\mathsf{a}} a_2^{\mathsf{b}} \ldots a_{n-1}^{\mathsf{h}} a_n^{\mathsf{k}},$$

$$(11) \quad a_i = \Sigma (-1)^{\mathsf{a}+\mathsf{b}+\ldots+\mathsf{h}+\mathsf{k}} \frac{(\mathsf{a}, \mathsf{b}, \ldots, \mathsf{h}, \mathsf{k})}{1.2\ldots(\mathsf{a}+\mathsf{b}+\ldots+\mathsf{h}+\mathsf{k})} s_1^{\mathsf{a}} \left(\frac{1}{2} s_2\right)^{\mathsf{b}} \ldots \left(\frac{1}{n-1} s_{n-1}\right)^{\mathsf{h}} \left(\frac{1}{n} s_n\right)^{\mathsf{k}},$$

i devant être, dans la formule (11), inférieur ou tout au plus égal à n, et la sommation que le signe Σ indique devant s'étendre, dans chacune des formules (10), (11), à toutes les valeurs entières, nulles ou positives, de

$$\mathsf{a}, \mathsf{b}, \ldots, \mathsf{h}, \mathsf{k},$$

pour lesquelles se vérifiera la condition

$$(12) \quad \mathsf{a} + 2\mathsf{b} + \ldots + (n-1)\mathsf{h} + n\mathsf{k} = i.$$

Il sera d'ailleurs facile de calculer ces valeurs, en commençant par déterminer celle de k, puis celle de h, etc. Ainsi, par exemple, si l'on a

$$n=3, \quad i=7,$$

alors l'équation (12) étant réduite à

$$a+2b+3c=7,$$

sera évidemment vérifiée par les valeurs entières, nulles ou positives de

$$a, b, c,$$

qui satisferont à l'un des trois systèmes de formules

$$c=0, \quad a+2b=7,$$
$$c=1, \quad a+2b=4,$$
$$c=2, \quad a+2b=1.$$

On reconnaîtra pareillement que l'on vérifie l'équation

$$a+2b=7,$$

en prenant

$$b=0, \quad a=7,$$

ou

$$b=1, \quad a=5,$$

ou

$$b=2, \quad a=3,$$

ou

$$b=3, \quad a=1;$$

l'équation

$$a+2b=4,$$

en prenant

$$b=0, \quad a=4,$$

ou

$$b=1, \quad a=2,$$

ou

$$b=2, \quad a=0;$$

et l'équation

$$a+2b=1,$$

en prenant

$$b = 0, \quad a = 1.$$

Donc, enfin, les valeurs nulles ou positives de

$$a, b, c,$$

propres à vérifier la formule

$$a + 2b + 3c = 7,$$

se réduiront à l'un des systèmes de nombres

$$\begin{array}{l} 7,\ 0,\ 0, \\ 5,\ 1,\ 0, \\ 3,\ 2,\ 0, \\ 1,\ 3,\ 0; \\ 4,\ 0,\ 1, \\ 2,\ 1,\ 1, \\ 0,\ 2,\ 1; \\ 1,\ 0,\ 2. \end{array}$$

Cela posé, la formule (10) donnera, pour $n = 3$, $i = 7$,

$$s_7 = -7\left\{\begin{array}{l} \frac{1}{7}a_1^7 + \frac{1}{6}(5, 1)a_1^5 a_2 + \frac{1}{5}(3, 2)a_1^3 a_2^2 + \frac{1}{4}(1, 3)a_1 a_2^3 \\ \quad -\frac{1}{5}(4, 1)a_1^4 a_3 - \frac{1}{4}(2, 1, 1)a_1^2 a_2 a_3 - \frac{1}{3}(2, 1)a_2^2 a_3 \\ \quad + \frac{1}{3}(1, 2)a_1 a_3^2, \end{array}\right.$$

ou, ce qui revient au même,

$$s_7 = -a_1^7 - 7(a_1^5 a_2 + 2a_1^3 a_2^2 + a_1 a_2^3 - a_1^4 a_3 - 3a_1^2 a_2 a_3 - a_2^2 a_3 + a_1 a_3^2).$$

Telle est effectivement la somme des $7^{\text{ièmes}}$ puissances des racines de l'équation

$$x^3 + a_1 x^2 + a_2 x + a_3 = 0.$$

» Si, dans les formules (10), (11), on prend successivement pour i les divers nombres entiers

$$1, 2, 3, 4, 5, \ldots,$$

en laissant la valeur de n arbitraire, on retrouvera des formules données

très anciennement par Euler, savoir,

$$s_1 = -a_1,$$
$$s_2 = a_1^2 - 2a_2,$$
$$s_3 = -a_1^3 + 3a_1a_2 - 3a_3,$$
$$s_4 = a_1^4 + 2a_2^2 - 4a_1^2a_2 + 4a_1a_3 - 4a_4,$$
$$s_5 = -a_1^5 + 5a_1^3a_2 - 5a_1^2a_3 + 5a_1a_2^2 + 5a_1a_4 + 5a_2a_3 - 5a_5,$$
etc.,

et

$$a_1 = -s_1,$$
$$a_2 = \frac{1}{1.2}(s_1^2 - s_2),$$
$$a_3 = -\frac{1}{1.2.3}(s_1^3 - 3s_1s_3 + 2s_2),$$
$$a_4 = \frac{1}{1.2.3.4}(s_1^4 - 6s_1^2s_2 + 3s_2^2 + 8s_1s_3 - 6s_4),$$
$$a_5 = -\frac{1}{1.2.3.4.5}(s_1^5 - 10s_1^3s_2 + 15s_1s_2^2 + 20s_1^2s_3 - 20s_2s_3 - 30s_1s_4 + 24s_5),$$
etc.

» Il existe des relations dignes de remarque entre les valeurs de

$$s_1, s_2, s_3, \ldots$$

fournies par l'équation (10), et les coefficients des diverses puissances de z dans le développement de l'expression

$$(1 + a_1z + \ldots + a_nz^n)^{-1}.$$

» En effet, désignons par

$$t_1, t_2, t_3, \ldots$$

ces coefficients, en sorte qu'on ait

$$1 + t_1z + t_2z^2 + \ldots = (1 + a_1z + \ldots + a_nz^n)^{-1}$$
$$= 1 - (a_1z + \ldots + a_nz^n) + (a_1z + \ldots + a_nz^n)^2 - \text{etc.},$$

et par suite, en vertu de la formule (3),

$$(13)\quad t = \Sigma(-1)^{\mathrm{a}+\mathrm{b}+\ldots+\mathrm{h}+\mathrm{k}}(\mathrm{a}, \mathrm{b}, \ldots, \mathrm{h}, \mathrm{k})\, a_1^{\mathrm{a}} a_2^{\mathrm{b}} \ldots a_{n-1}^{\mathrm{h}} a_n^{\mathrm{k}},$$

la sommation que le signe Σ indique s'étendant à toutes les valeurs de

$$\mathrm{a}, \mathrm{b}, \ldots \mathrm{h}, \mathrm{k}$$

qui vérifient la condition (12). Comme l'équation (8), différenciée par rapport à z, donnera

$$(14)\quad s_1 z + s_2 z^2 + s_3 z^3 + \ldots = -(a_1 + 2a_2 z + \ldots + na_n z^{n-1})(1 + a_1 z + a_2 z^2 + \ldots)^{-1},$$

et par suite

$$s_1 z + s_2 z^2 + s_3 z^3 + \ldots = -(a_1 + 2a_2 z + \ldots + na_n z^{n-1})(1 + t_1 z + t_2 z^2 + \ldots),$$

on en conclura

$$(15)\qquad s_i = -(a_1 t_i + 2a_2 t_{i-2} + 3a_3 t_{i-3} + \ldots + na_n t_{i-n}).$$

» Il suit évidemment des formules (13) et (15) que, dans la valeur générale de s_i donnée par l'équation (10), tout comme dans les valeurs précédemment trouvées de

$$s_1, s_2, s_3, s_4, s_5, \ldots,$$

le coefficient numérique d'un terme quelconque sera toujours un nombre entier. Donc, par suite, le produit

$$i\,\frac{(\mathrm{a}, \mathrm{b}, \ldots, \mathrm{h}, \mathrm{k})}{\mathrm{a} + \mathrm{b} + \ldots + \mathrm{h} + \mathrm{k}},$$

dans lequel

$$i = \mathrm{a} + 2\mathrm{b} + \ldots + (n-1)\,\mathrm{h} + n\mathrm{k},$$

sera toujours un tel nombre. Cette proposition s'accorde avec un théorème que nous démontrerons tout-à-l'heure.

» Il nous reste à exposer plusieurs conséquences remarquables des formules générales que nous venons d'établir.

» Observons d'abord que si l'on différencie l'équation (1) par rapport à l'une des variables x, y, z, ..., par rapport à x par exemple, on trouvera

$$m(x + y + z + \ldots)^{m-1} = \Sigma\,\mathrm{a}(\mathrm{a}, \mathrm{b}, \mathrm{c}, \ldots)\,x^{\mathrm{a}-1} y^{\mathrm{b}} z^{\mathrm{c}} \ldots$$

Donc, par suite, l'expression

$$\mathrm{a}(\mathrm{a},\ \mathrm{b},\ \mathrm{c},\ldots)$$

représentera le coefficient du produit $x^{\mathrm{a}-1}y^{\mathrm{b}}z^{\mathrm{c}}\ldots$, dans le développement de

$$m(x+y+z+\ldots)^{m-1},$$

en sorte qu'on aura

$$\mathrm{a}(\mathrm{a},\ \mathrm{b},\ \mathrm{c},\ldots)=m(\mathrm{a}-1,\ \mathrm{b},\ \mathrm{c},\ldots),$$

et

$$(16)\qquad \frac{\mathrm{a}(\mathrm{a},\ \mathrm{b},\ \mathrm{c},\ldots)}{m}=(\mathrm{a}-1,\ \mathrm{b},\ \mathrm{c},\ldots),$$

la valeur de m étant

$$m=\mathrm{a}+\mathrm{b}+\mathrm{c}+\ldots.$$

L'équation (16), qu'on peut établir directement, puisqu'elle devient identique quand on y substitue les valeurs des expressions

$$(\mathrm{a},\ \mathrm{b},\ \mathrm{c},\ldots),\quad (\mathrm{a}-1,\ \mathrm{b},\ \mathrm{c},\ldots),$$

subsiste d'ailleurs lorsqu'on échange entre elles les lettres a, b, c,... Il en résulte que chacun des produits

$$\mathrm{a}(\mathrm{a},\ \mathrm{b},\ \mathrm{c},\ldots),\quad \mathrm{b}(\mathrm{a},\ \mathrm{b},\ \mathrm{c},\ldots),\quad \mathrm{c}(\mathrm{a},\ \mathrm{b},\ldots),\ldots,$$

est divisible par le nombre

$$m=\mathrm{a}+\mathrm{b}+\mathrm{c}+\ldots$$

Donc ce nombre divisera le produit

$$\omega(\mathrm{a},\ \mathrm{b},\ \mathrm{c},\ldots),$$

si le facteur ω est de la forme

$$\mathrm{a}u+\mathrm{b}v+\mathrm{c}w+\ldots,$$

u, v, w,... désignant des quantités entières positives ou négatives. Cela

posé, pour vérifier l'exactitude de la proposition ci-dessus énoncée, il suffira d'observer que le facteur

$$i = \mathrm{a} + 2\mathrm{b} + \ldots + (n-1)\mathrm{h} + n\mathrm{k}$$

est précisément de la forme indiquée. Ajoutons que le plus grand commun diviseur des nombres

$$\mathrm{a},\ \mathrm{b},\ \mathrm{c},\ldots,$$

est de la même forme. On peut donc énoncer encore la proposition suivante.

» 1er *Théorème.* Soit m la somme des nombres

$$\mathrm{a},\ \mathrm{b},\ \mathrm{c},\ldots$$

et ω leur plus grand commun diviseur. Le produit

$$\omega(\mathrm{a},\ \mathrm{b},\ \mathrm{c},\ldots)$$

sera toujours divisible par m.

» *Corollaire* 1er. Dans le développement de

$$(x+y+z+\ldots)^m,$$

le coefficient numérique M d'un terme quelconque sera divisible par m, si aucun entier ne divise les exposants de toutes les variables dans ce terme. Dans le cas contraire, le plus grand commun diviseur ω de ces exposants rendra le produit ωM divisible par m. Ainsi, par exemple, dans le développement de

$$(x+y+z)^3,$$

le plus grand commun diviseur 3 des exposants 3 et 6, dans le terme

$$(3,\ 6)x^3y^6,$$

rendra le produit

$$3 \times (3,\ 6) = 3.84$$

divisible par 9.

» *Corollaire* 2e. Le plus grand commun diviseur ω des nombres

$$\mathrm{a},\ \mathrm{b},\ \mathrm{c},\ldots$$

devant diviser leur somme m, il en résulte que, dans le développement de

$$(x+y+z+\ldots)^m,$$

m divisera l'exposant numérique de tout terme où l'exposant d'une seule des lettres $x, y, z, \ldots$ sera premier à m. Par exemple, dans le développement de

$$(x+y+z)^9,$$

tous les coefficients numériques seront divisibles par 9, à l'exception des suivants,

$$1,\quad 84 = (6,\, 3) = (3,\, 6),\quad 1680 = (3,\, 3,\, 3).$$

» *Corollaire* 3ᵉ. Si m est un nombre premier, le coefficient 1 de x^m, de y^m, de $z^m, \ldots$, sera le seul qui ne soit pas multiple de m, ce que l'on savait déjà.

» Considérons maintenant la formule (10), et appliquons-la au cas où l'équation (6) se réduirait à

$$x^n - 1 = 0.$$

Alors, $a_1, a_2, \ldots, a_{n-1}$, étant nuls, on verra, dans le second membre de la formule (10), disparaître tous les termes qui ne correspondront pas à des valeurs nulles de

$$a,\ b, \ldots,\ h;$$

et, par suite, on trouvera

$$s_i = n \quad \text{ou} \quad s_i = 0,$$

suivant que i vérifiera ou ne vérifiera pas la condition

$$nk = i,$$

c'est-à-dire, suivant que i sera ou non divisible par n. Or, en comparant la valeur de i ou de s_i avec celle que l'on obtiendrait si l'on appliquait directement la formule (10) aux deux équations

$$x - 1 = 0,\quad x^{n-1} + x^{n-2} + \ldots + x + 1 = 0,$$

dans lesquelles peut se décomposer l'équation donnée

$$x^n - 1 = 0,$$

on se verra immédiatement conduit à la proposition suivante.

» 2ᵉ *Théorème.* Si l'on pose généralement

$$(17)\qquad s_i = 1 + \Sigma \frac{(-1)^{a+b+\ldots+h+k}}{a+b+\ldots+h+k}(a, b, \ldots, h),$$

le nombre des quantités

$$a, b, \ldots, h$$

étant $n-1$, et la diminution que le signe Σ indique s'étendant à toutes les valeurs entières, nulles ou positives de $a, b, \ldots, h$ qui vérifient la condition

$$(18)\qquad a + 2b + \ldots + (n-1)h = i;$$

on trouvera

$$s_i = n \quad \text{ou} \quad s_i = 0,$$

suivant que n sera ou ne sera pas diviseur de i.

» *Corollaire.* Si l'on pose $n = 2$, le théorème précédent donnera

$$(19)\qquad 1 + (-1)^i i\left[\frac{1}{i} - 1 + \frac{i-3}{2} - \frac{(i-4)(i-5)}{2.3} + \ldots\right] = 3 \text{ ou } 0,$$

par conséquent,

$$(20)\qquad 1 + (-1)^i\left[1 - i + \frac{i(i-3)}{2} - \frac{i(i-4)(i-5)}{2.3} + \ldots\right] = 3 \text{ ou } 0,$$

suivant que i sera ou ne sera pas divisible par n. L'équation (19) s'accorde avec le théorème donné par M. Stern pour la sommation de la série finie

$$1 - \frac{i-3}{2} + \frac{(i-4)(i-5)}{2.3} - \text{etc.}$$

Le théorème de M. Stern peut donc être considéré comme renfermé dans le théorème 2.

Nous avons déjà remarqué que, dans la formule (11), i était supposé inférieur ou tout au plus égal à n. Si le nombre entier i devenait supérieur au nombre entier n, alors, a_i devant être considéré comme égal à zéro, l'on déduirait évidemment de l'équation (9) non plus la formule (11), mais la proposition suivante.

» 3me *Théorème*. Lorsque le nombre i surpasse le degré n d'une équation algébrique, les sommes

$$s_1,\ s_2,\ s_3,\ldots,$$

des puissances semblables des racines de cette équation, vérifient la formule

$$(21)\qquad \Sigma(-1)^{a+b+c+\ldots}\frac{(a,\ b,\ c\ldots.)}{1.2\ldots(a+b+c\ldots)}s_1^a\left(\tfrac{1}{2}s_2\right)^b\left(\tfrac{1}{3}s_3\right)^c\ldots=0,$$

le signe Σ s'étendant à toutes les valeurs entières, nulles ou positives de

$$a,\ b,\ c,\ldots,$$

pour lesquelles on a

$$(22)\qquad a+2b+3c+\ldots=i.$$

» *Corollaire* 1er. Si, pour fixer les idées, on prend $n=2$, $i=3$, l'équation (20) donnera

$$s_1^3-3s_1s_2+2s_3=0.$$

» *Corollaire* 2e. Si l'équation donnée se réduit à

$$x^n-1=0,$$

alors dans la suite

$$s_1,\ s_2,\ s_3,\ldots,$$

tous les termes s'évanouiraient, à l'exception des suivants

$$s_{1n},\ s_{2n},\ s_{3n},\ldots,$$

qui seront égaux à n. Par suite, dans le premier membre de l'équation (21), tous les termes s'évanouiront d'eux-mêmes, si i n'est pas divisible par n. Si au contraire i est divisible par n, l'équation (21) pourra s'écrire comme il suit

$$(23)\qquad \Sigma(-1)^{a+b+c+\ldots}\frac{(a,\ b,\ c,\ldots)}{1.2\ldots(a+b+c+\ldots)}(1)^a\left(\tfrac{1}{2}\right)^b\left(\tfrac{1}{3}\right)^c\ldots\ldots=0,$$

le signe Σ s'étendant à toutes les valeurs entières nulles ou positives de a, b, c,..., pour lesquelles on aura

$$a+2b+3c+\ldots=\frac{i}{n}.$$

Mais $\frac{i}{n}$ peut être l'un quelconque des nombres entiers supérieurs à l'unité. Donc la formule (22) se vérifiera toujours, si dans cette formule la sommation indiquée par le signe Σ s'étend à toutes les valeurs entières, nulles ou positives, de a, b, c,..., qui offrent pour somme un nombre donné, supérieur à l'unité. Au reste, cette conclusion pourrait être immédiatement déduite de l'équation identique

$$1 - x = e^{-(x + \frac{1}{2}x^2 + x\frac{1}{3}x^3 + \ldots)}. »$$

Note lue par M. **Auguste de Saint-Hilaire** *en présentant la seconde partie de ses* Leçons de Botanique.

« En faisant hommage à l'Académie de la deuxième partie de l'ouvrage intitulé *Morphologie végétale*, j'ajouterai peu de chose à ce que j'ai eu l'honneur de lui dire quand je lui ai présenté la première partie. Partant d'un petit nombre de principes, j'en ai suivi l'application dans tous les organes des végétaux et la botanique comparée. J'ai inséré dans cet ouvrage le résumé de plusieurs Mémoires que je comptais soumettre à l'Académie sur les diverses parties du pistil et du fruit, les rapports naturels, la symétrie végétale, etc., et par conséquent je m'abstiendrai de publier ces travaux. Le livre dont il s'agit est destiné principalement à l'enseignement supérieur de la botanique, et, en tâchant de rendre plus facile l'étude de cette science, j'ai fait aussi des efforts pour ne lui rien ôter de ce qu'elle a d'élevé et de philosophique. »

RAPPORTS.

GÉOLOGIE. — *Rapport sur les collections et observations géologiques, recueillies en* 1838 *et* 1839, *pendant l'expédition nautique et scientifique du Nord, par* M. **Eugène Robert**, l'un des membres de l'expédition.

(Commissaires, MM. Biot, Arago, Freycinet, Becquerel, Pouillet, Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire, Adolphe Brongniart, Élie de Beaumont, et Cordier rapporteur.)

« L'Académie, pour être en mesure de donner l'avis qui lui a été demandé par M. le Ministre de la Marine et des Colonies, nous a chargés de lui rendre compte des résultats de tout genre qui ont été obtenus

par l'expédition nautique et scientifique du Nord, pendant les campagnes de 1838 et 1839. Vos Commissaires ont naturellement divisé un travail aussi considérable. Nous allons vous entretenir aujourd'hui des résultats géologiques de l'expédition; ils sont dus à M. Eugène Robert, membre de la Société géologique de France, et à M. Durocher, élève distingué du corps royal des Mines, qui a été adjoint à la Commission scientifique, pour la campagne de 1839. Nous exposerons dans le présent Rapport ce qui concerne les travaux de M. Robert; ceux de M. Durocher ont été tout-à-fait distincts, et nous en donnerons connaissance à l'Académie aussitôt que les dernières collections recueillies par ce voyageur seront arrivées à Paris.

» Lorsque, en 1838, l'Académie des Sciences a été appelée à donner des instructions pour l'expédition nautique et scientifique du Nord, cette expédition avait déjà fourni trois campagnes. Ainsi, en réalité, l'expédition a duré cinq années. Pendant ce laps de temps le but s'est successivement modifié et agrandi.

» En 1835, la corvette *la Recherche*, alors commandée par M. le capitaine Tréhouart, et portant une commission scientifique peu nombreuse, partit avec la mission principale de renouveler les tentatives faites l'année précédente par M. le capitaine Dutaillis, monté sur le brick *la Bordelaise*, pour découvrir, s'il était possible, les traces du naufrage si regrettable qui, en 1833, a perdu en entier dans les glaces du pôle Nord l'expédition de *la Lilloise*, commandée par le courageux capitaine Blosseville. Cette campagne de 1835 a eu peu de résultats. La continuité et l'étendue des champs de glace empêchèrent d'arriver jusqu'au Groënland, et les naturalistes débarqués en Islande purent seulement commencer leurs recherches.

» En 1836, la corvette *la Recherche* a pénétré jusqu'au Groënland, où MM. les officiers de la marine royale ont fait des observations diverses et recueilli plusieurs séries de roches tout-à-fait précieuses. Pendant ce temps, MM. les membres de la Commission scientifique, et particulièrement M. Robert, qui a constamment fait partie de cette Commission depuis l'origine, ont achevé l'exploration de l'Islande où ils avaient été déposés.

» La publication des résultats de ces deux campagnes ayant été immédiatement ordonnée par M. le Ministre de la Marine, les membres de la Commission scientifique ont été autorisés à employer la campagne de 1837 à recueillir en Danemarck, en Norvège et en Suède, tous les documents propres à compléter les éléments de leur relation. Pendant cette cam-

pagne, la corvette *la Recherche* n'a point navigué dans les mers du Nord.

» Nous n'avons pas à nous occuper des travaux dont nous venons de donner l'indication; cependant, comme ils se lient en partie avec ceux dont vos Commissaires doivent rendre compte, nous dirons que la relation des campagnes 1835, 1836 et 1837 aura six volumes, avec un grand et un petit atlas. Une bonne partie a déjà paru. En ce qui concerne M. Robert, nous remarquerons que la géologie occupe à elle seule un volume de la relation, et que les collections de roches et de minéraux recueillies par ce voyageur pendant cette première période de l'expédition, et déposées au Muséum, se composent de près de 3800 échantillons, la plupart d'un grand intérêt.

» Les campagnes de 1838 et 1839 ont porté sur d'autres contrées boréales que celles précédemment visitées; le nombre des membres de la Commission scientifique associés aux recherches nautiques a été fort augmenté et plusieurs savants danois, norvégiens et suédois y ont été adjoints par leurs gouvernements. Du reste, la présidence de cette commission n'a pas cessé d'être, comme par le passé, confiée à M. Gaymard.

» En 1838, la corvette *la Recherche*, commandée dès-lors par M. le capitaine Fabre, après avoir mouillé dans le golfe de Drontheim, sur la côte occidentale de Norvège, et dans la rade d'Hammerfest, près de l'extrémité de la Laponie, est allé séjourner par 77° de latitude, dans le golfe de Bell-Sund, sur la côte sud-ouest du Spitzberg. De là, elle est revenue explorer le cap Nord et les côtes de Finmarck. Elle est rentrée dans les ports de France, après avoir déposé les membres de la Commission scientifique à Hammerfest, lieu placé à plus de 4° au-delà du cercle polaire et dans le voisinage duquel une partie des membres ont hiverné. Les autres, au nombre desquels était M. Robert, ont exploré la Laponie, en la traversant dans la direction de Tornea. M. Robert a ensuite parcouru jusqu'à Stockholm la partie de la Suède qu'il n'avait pas vue l'année précédente.

» En 1839, la corvette *la Recherche* a mouillé huit jours aux îles Feroe et touché à Hammerfest, ainsi qu'au cap Nord. Ayant rallié la plupart des membres de la Commission scientifique, elle a été aborder à la petite île Cherry, en se rendant de nouveau au Spitzberg. Au Spitzberg, la corvette s'est élevée jusqu'à 80° de latitude et elle y a passé quinze jours, dans la baie de la Madelaine, qui est située sur la côte occidentale. Elle est ensuite revenue en France, après avoir déposé à Hammerfest une partie

des membres de la Commission. Ces derniers ont traversé la Laponie, et quelques-uns ont étendu leurs observations jusqu'à Moscou, puis, s'étant arrêtés en Pologne, en Bohême et dans diverses parties de l'Allemagne, ils n'ont été de retour à Paris que vers le milieu de 1840. Les observations géologiques de tout cet itinéraire de 1839 appartiennent à M. Durocher. M. Robert a été constamment détaché de la Commission pendant cette campagne. Il s'est d'abord rendu par terre de Stockholm à Archangel, dans la vue d'attendre dans cette dernière ville une occasion de s'embarquer pour la Nouvelle-Zemble; mais aucun bâtiment pêcheur n'ayant tenté cette dangereuse navigation en 1839, le devouement et les espérances de M. Robert ont été déçus. Cependant tout n'a pas été perdu : l'année précédente un petit bâtiment avait été frété par des particuliers, pour aller à la recherche d'une prétendue mine d'or dont quelques pêcheurs avaient annoncé l'existence dans cette terre glacée et presque déserte. L'expédition avait rapporté un chargement bien inutile de roches pyriteuses assez variées. M. Robert a pu faire un choix parmi ces roches, qui sont extrêmement remarquables. Ensuite ce voyageur, après diverses recherches sur les bords de la mer Blanche, a remonté la Dwina et descendu le Volga jusqu'au gouvernement de Cazan. De là, il a traversé toute la Russie jusqu'à la Baltique.

» Les matériaux relatifs aux travaux de M. Robert, que vos Commissaires ont eu à examiner, sont, savoir : 1° une collection de plus de 1560 échantillons appartenant à un grand nombre d'espèces ou de variétés principales de roches, collection qui est déposée au Muséum et dont la réunion à celles des premières campagnes donne un total de plus de 5,300 échantillons; 2° un catalogue raisonné de cette collection, dans lequel les localités et les gisements sont indiqués; 3° 88 dessins ou croquis qui représentent des aspects de côtes, de montagnes, de glaciers ou de glaces flottantes et des coupes géologiques; 4° une notice imprimée (1) sur les glaciers du Spitzberg; 5° un Mémoire manuscrit, de 49 pages in-4°, dans lequel M. Robert a résumé les résultats de ses recherches en 1838; 6° un Mémoire imprimé (2) dans lequel ce voyageur a déjà fait connaître au public les résultats principaux de sa campagne de 1839.

» Il nous serait impossible de suivre M. Robert dans la foule d'observa-

---

(1) *Bulletin de la Société géologique*, tome IX, page 114.

(2) *Bulletin de la Société géologique*, tome XI, page 298.

tions de détail, tout-à-fait intéressantes, qu'il a consignées dans son catalogue et dans ses mémoires, ou qui naissent de l'inspection de ses dessins et des échantillons de roches qu'il a recueillis. Nous nous contenterons, en prenant pour guide l'itinéraire de ses deux campagnes, de faire remarquer les faits les plus saillants.

» La relâche dans le golfe de Drontheim a permis à M. Robert de constater que toute cette partie des côtes occidentales de Norvège appartient exclusivement aux terrains de gneiss et à un système talqueux et protogynique qui contient les célèbres mines de cuivre qu'on exploite à Roraas. Sur beaucoup de points des côtes et jusqu'à une hauteur de plus de 100 mètres au-dessus du niveau de la mer, ces terrains primordiaux offrent des surfaces largement mamelonnées, usées et polies, suivant M. Robert, comme celles sur lesquelles les vagues de l'Océan exercent maintenant leurs effets. Au-dessus de cette hauteur, le sol montre les formes arrêtées, angulaires, et quelquefois élancées qui appartiennent à sa constitution et à l'inclinaison des couches. Six dessins donnent une idée exacte de ces aspects contrastants. A l'île de Lexen, des galets marins couvrent les croupes arrondies les plus élevées, et attestent, par leur présence, l'origine de cette configuration singulière et l'émersion de cette partie de la Norvège postérieurement au commencement de la période géologique dans laquelle nous vivons.

» Au Spitzberg, les observations saillantes ont été nombreuses, quoiqu'elles n'aient porté que sur les côtes et sur les îles de la grande baie de Bell-Sund. La constitution du sol n'a montré à découvert aucune portion de l'écorce primordiale, quoique ce sol soit, comme en Norvège, très montueux et très accidenté; mais, chose remarquable, elle a offert six espèces de terrains secondaires distincts, appartenant les uns aux périodes géologiques les plus anciennes et les autres aux époques les plus récentes. Voici l'indication de ces terrains, en suivant l'ordre des temps :

» 1°. Terrains de phyllades très talqueux, contenant des assises plus ou moins puissantes de grès quartzeux souvent lustrés, d'anagénites calcarifères et de calcaires phylladifères, le tout sans vestiges de corps organiques fossiles, mais entrecoupé de filons de quartz;

» 2°. Terrains de sélagite ou roche d'hypersthène, non stratifiée, formant à elle seule des montagnes qui sont comme enclavées au milieu du système précédent;

» 3°. Terrains de calcaire anthraxifère, renfermant de vieux fossiles marins tels que productus et spirifères; on y trouve des rognons de silex.

On doit en outre présumer que, sur quelques points, ce système contient du gypse, circonstance qui serait tout-à-fait nouvelle.

» 4°. Terrains de grès quartzeux à anthracite, renfermant avec des couches de ce combustible minéral à l'état friable, des rognons de carbonate de fer compacte et un petit nombre de vestiges de plantes fossiles qui paraissent analogues à une partie de celles qui figurent dans les terrains houillers de nos latitudes tempérées. Il est à remarquer qu'on n'y trouve point d'empreintes de fougère.

» 5°. Terrains de grès quartzeux friable, en stratification horizontale et transgressive aux systèmes disloqués et tourmentés qui précèdent, et dans lequel on trouve des fragments disséminés de lignite piciforme, fragments qui contiennent quelquefois des grains de résine succinique.

» 6°. Enfin, terrain d'alluvion marin, placé au-dessus de la mer, à des hauteurs qui atteignent jusqu'à 40 mètres, et qui est composé de galets, de graviers ou de coquilles brisées, absolument identiques aux dépôts que les vagues forment journellement dans toute la baie.

» D'après cet énoncé sommaire, on entrevoit aisément quelles sont les conséquences géologiques importantes qui dérivent des observations de M. Robert au Spitzberg. On voit, par exemple, que cette extrémité du globe, si voisine du pôle, a été à plusieurs époques, et surtout aux époques les plus anciennes, soumise aux mêmes dépôts secondaires et aux mêmes causes de dislocation que les régions équatoriales ou tempérées.

» La structure des glaciers et de leurs moraines, le mouvement progressif de ceux qui descendent à la mer, l'action destructive des vagues sur ces derniers, la nature des glaces flottantes, ont en outre occupé utilement M. Robert. Nous avons dit précédemment que l'extrait des recherches de ce voyageur, sous ces divers points de vue, avait déjà été publié par lui. Il serait par conséquent superflu de nous étendre à ce sujet.

» Ajoutons maintenant que l'ensemble des observations faites au Spitzberg est appuyé d'une série de plus de 500 beaux échantillons de roches et de 41 dessins ou croquis, qui à eux seuls forment presque la moitié du portefeuille de M. Robert.

» Au retour du Spitzberg, l'exploration du cap Nord, celle des côtes du Finmark jusqu'à Hammerfest, et de là dans tout le golfe d'Alten, ont fourni les résultats que nous allons indiquer.

» Tout le monde sait que le cap Nord n'est pas situé sur le continent, mais sur la petite île Mageroë, qui n'est séparée du continent que par un détroit très resserré, celui de Have-Sund. Le détroit, l'île et le cap en par-

ticulier ont été complétement examinés; leur sol montueux et fortement accidenté, est partout formé de terrains de gneiss, parfaitement caractérisés, contenant des assises ou couches subordonnées de pegmatite, de leptinite, de pétrosilex zonaire, de diorite ou d'amphibolite, le tout entrecoupé, sur divers points, par des filons de quartz ou quelquefois par des pegmatites sans délit et mêlées de tourmaline. M. Robert a vainement cherché dans ce système les sélagites ou roches d'hypersthène, qui ont été indiquées dans cette partie du Finmark. Il n'a trouvé aucun indice de ces roches, même parmi les galets des plages marines actuelles, lesquels ne se composent que de nombreux débris des terrains de gneiss, associés à quelques fragments de syénite, de grès quartzeux lustrés, de lydienne, et même de scories volcaniques, fragments dont la présence tient vraisemblablement à des causes accidentelles diverses.

» Les sommités du détroit de Have-Sund s'élèvent à plus de 500 mètres au-dessus de la mer. Le cap Nord domine abruptement l'Océan polaire de près de 330 mètres. 16 dessins ou croquis représentent l'aspect de toutes ces montagnes, la dislocation des terrains de gneiss, l'inclinaison des couches. On y voit aussi la représentation de plusieurs anciens rivages, dont l'élévation au-dessus de la mer actuelle atteint fréquemment 16 à 24 mètres. On reconnaît aisément ces anciens rivages à leurs formes parfaitement arrondies, à leurs surfaces usées et comme polies, et sur quelques points aux amas de coquilles brisées, de galets et de sables marins qui les recouvrent.

» A l'île de Rolfsö-Hamn, qui est située entre le cap Nord et Hammerfest, le phénomène du relèvement progressif du Finmark est attesté, d'une manière encore plus positive, par un puissant dépôt alluvial qui s'élève en pente douce à plus de 33 mètres de hauteur, et qui montre jusqu'à sept étages ou terrasses faiblement inclinées, formées de galets marins, placées en retraite les unes à l'égard des autres, et séparées par un sol tourbeux. Tout ce système repose sur une assise épaisse de débris de coquilles, parmi lesquelles on reconnaît des fragments de *Cyprina islandica*, de *Nullipora*, et d'autres mollusques identiques avec ceux qui vivent actuellement dans l'Océan polaire. La constitution fondamentale de l'île appartient d'ailleurs aux terrains de gneiss.

» Il en est de même de l'île d'Hammerfest, où M. Robert a d'ailleurs constaté ce fait singulier, savoir, que, dans une dépression située derrière le port et la ville, il existe, à une hauteur d'environ 25 mètres au-dessus de la mer, un amas de blocs arrondis de roches primordiales du pays, dont

les interstices sont comblés par de petits galets de pierre ponce noirâtre, analogues à ceux qui, de temps à autre, viennent encore de nos jours échouer, avec les bois flottés, sur les côtes de Norvège, et dont l'origine est évidemment due aux éruptions volcaniques d'Islande ou de l'île Jean-Mayen.

» Les données recueillies à Have-Sund, Mageroe, Rolfsö-Hamn et Hammerfest, sont appuyées d'une série de 350 échantillons.

» Les observations de M. Robert ont été nombreuses dans le golfe d'Alten, qui est situé par 70 degrés de latitude, à environ 40 lieues au sud-ouest du cap Nord. Ici les terrains de gneiss manquent tout-à-fait, du moins dans les trois territoires sur lesquels les observations se sont étendues. Ainsi à Talvig et à Kääfiord, partie occidentale du golfe, il existe un grand système de roches talqueuses, avec des couches ou assises subordonnées de diorite et de calcaire magnésien. Ce système contient, près de Kääfiord, des gîtes abondants de pyrites cuivreuses, exploitées par une compagnie anglaise que les grands avantages de l'entreprise ont déterminée à venir s'établir dans ces tristes parages. A Raipas, dans le fond du golfe et près de la rivière d'Alten, on trouve un vieux système phylladien, accompagné de grès quartzeux, de calcaires phylladifères ou de calcaires bréchoïdes, et dans lequel on ne voit aucun débris organique fossile; il renferme des gîtes cuivreux qui sont également exploités par la compagnie anglaise, mais dont les minéraux accessoires diffèrent de ceux de Kääfiord. Enfin à Bossecop, partie orientale du golfe, on ne rencontre que des phyllades quartzifères et des grès quartzeux lustrés, sans empreintes.

» Les anfractuosités du golfe offrent sur un grand nombre de points, non-seulement des surfaces de roches souvent excessivement dures ou tenaces, telles que les diorites et les grès quartzeux, qui ont été arrondies et comme passées à l'émeri, jusqu'à des élévations fort supérieures au niveau actuel de la mer, mais encore des plages d'alluvions marines constamment émergées, disposées en terrasses et par gradins, comme si l'émersion avait eu lieu par une série d'effets intermittents.

» La traversée de la Laponie, d'Attengaard à Tornea, c'est-à-dire sur une étendue de plus de 100 lieues, n'a offert à M. Robert qu'un sol uniformément composé de gneiss avec quelques couches ou veines subordonnées d'harmophanite, d'amphibolite ou de diorite ; ces roches subordonnées renferment elles-mêmes assez souvent du fer oxidulé magnétique. Ces terrains, de formes peu prononcées, sont recouverts de place en place par des blocs erratiques et par des sables et graviers diluviens dont le lavage ,

par les eaux courantes, sépare journellement du sable ferrugineux. M. Robert indique, dans son Mémoire manuscrit, quelques-uns des motifs qui lui font penser que ces matériaux proviennent de la démolition superficielle des roches primordiales du pays, et que c'est vraisemblablement une mer très ancienne qui aurait produit ces effets, que d'ailleurs il ne confond pas avec ceux plus récents dont nous avons parlé précédemment.

» Les terrains de gneiss qui forment les côtes occidentales du golfe de Bothnie, n'ont rien offert de particulier à M. Robert; mais à Söderhamm, 50 lieues au nord de Stockholm, il a observé, à 130 mètres environ au-dessus de la Baltique, et à la surface d'une petite montagne qui lui a paru évidemment usée par la mer, un détritus de coquilles du genre *Mytulus*, dans lequel il a reconnu des valves de *Tellina baltica*, mollusque très commun dans les eaux actuelles du golfe.

» Cette observation, la dernière qu'il ait faite en 1838, rapprochée non-seulement des données du même genre recueillies par lui pendant cette campagne, mais encore des observations auxquelles il s'était livré en 1837, tant sur le même sujet dans le golfe de Christiania que relativement aux blocs erratiques de la Scandinavie, a été l'occasion de la dissertation qui termine le Mémoire manuscrit que nous avons déjà cité. Il y a dans cette dissertation quelques faits de détails dont il serait trop long d'entretenir l'Académie; nous nous contenterons d'indiquer que M. Robert ayant examiné les rayures que plusieurs géologues, notamment M. Sestroöm, et long-temps avant lui MM. Lasteyrie et Alexandre Brongniart, ont remarquées à la surface des roches de Scandinavie qui sont voisines des amas de blocs erratiques, et que ces savants ont considérées comme les traces incontestables du transport violent de ces blocs dans le sens du nord au sud; M. Robert, disons-nous, a remarqué, premièrement, que les rayures dont il s'agit suivent la direction des couches qui forment le sol, direction qui est presque constante; secondement, que ces rayures sont en rapport avec la facilité que certains feuillets ont à s'altérer spontanément plus que les feuillets voisins, et qu'enfin il y a ici une coïncidence purement fortuite entre la direction des couches inclinées qui composent le sol et la forme allongée des amas de blocs erratiques. En résumé, M. Robert pense que ces blocs sont le résultat non pas d'un cataclysme diluvien, mais d'une action de va-et-vient opérée par les courants et les vagues d'une mer qui aurait couvert, à une époque très reculée, toutes les parties basses des contrées scandinaviennes; il se range d'ailleurs à l'opinion que les blocs d'une grande dimension auraient été alors transportés sur des glaces flot-

tantes annuellement détachées des continents, comme il a vu que cela se passe au Spitzberg. Enfin il regarde l'espèce de ceinture d'alluvions marines qui se montre sur tant de points élevés des côtes de Norvége, de Laponie et de Suède, comme le dernier terme des effets de la mer, avant que l'émersion lente et le soulèvement successif de cette partie de l'Europe, eût produit l'apparence spécieuse d'un abaissement du niveau de l'Océan.

» Nous n'avons pas à discuter ces explications; nous ajouterons seulement à l'exposé qui précède, que pendant cette campagne, M. Robert n'a pas négligé de recueillir de l'eau de mer prise à diverses latitudes et à diverses profondeurs. En outre des sondages en haute mer, poussés jusqu'à 500 et même 800 mètres, ont ramené des sables et des vases renfermant des corps marins souvent microscopiques, dont la détermination, déjà commencée par un zoologiste habile dans l'étude des foraminés (M. Alcide d'Orbigny), offrira, suivant le témoignage de ce savant, des faits nouveaux et intéressants.

» Tels sont les principaux résultats de la campagne géologique de M. Robert en 1838. La publicité qu'il a déjà donnée lui-même aux observations qu'il a faites en Russie pendant l'année 1839, nous laisse peu de chose à dire de cette dernière campagne. La collection qui sert d'appui à ces observations, renferme un grand nombre de variétés de roches qui nous étaient inconnues et dont l'existence pourrait paraître contestable si on ne les avait pas sous les yeux: tels sont de vieux calcaires à spirifères ou à productus, blancs, tendres et friables comme la craie ordinaire, ou bien arénacés et semblables à notre calcaire grossier des environs de Paris; tels sont encore des silex cariés analogues à nos pierres meulières, et qui cependant appartiennent au vieux système calcaire précédent; tels sont enfin des calcaires magnésiens dépendants de ce même système et qui se montrent caverneux et friables comme les dolomies des marnes irisées du Jura. Ces roches singulières ont d'autant plus d'intérêt, qu'elles forment le fond du sol dans presque toutes les parties de la Russie qui ont été parcourues par M. Robert. La certitude de leur existence contribuera à mettre les géologues de plus en plus en garde contre le préjugé qui attribuait aux roches de l'enveloppe secondaire du globe, une dureté d'autant plus grande et une contexture d'autant plus serrée et d'autant plus massive, que ces roches sont plus anciennes.

» Les roches de la Nouvelle-Zemble que M. Robert est parvenu à se procurer à Archangel, nous apprennent que la côte sud-ouest de cette terre

polaire renferme de vieux terrains de phyllades noirâtres et de calcaires à orthocères et à goniatites, ce qui est à coup sûr fort remarquable.

» Enfin les dessins et les échantillons qu'il a aussi recueillis à Archangel, nous donnent l'importante certitude que les terrains argileux ou marneux de l'étage oolitique moyen s'étendent de l'intérieur de la Russie d'Europe, savoir, d'une part jusque dans la Laponie russe, et de l'autre jusqu'à l'embouchure de la Péchora, près du détroit de Vaigatch.

» D'après tout ce que nous venons d'exposer à l'Académie, nous nous croyons autorisés à conclure que M. Robert a payé sa dette d'une manière très satisfaisante, pendant le cours de l'expédition; qu'il a acquis à la science des faits nombreux et remarquables, et enrichi nos collections d'une série très considérable d'échantillons ayant le plus haut intérêt; enfin qu'on doit vivement desirer qu'il puisse continuer à publier ses importantes observations. »

Les conclusions de ce Rapport ont été adoptées par l'Académie.

NOMINATIONS.

L'Académie procède par voie de scrutin à la nomination d'un candidat pour la *chaire de Physique générale et expérimentale* vacante au Collége de France, par suite du décès de M. *Savart*.

Le nombre des votants est de 52. Au premier tour de scrutin,

M. Regnault obtient 48 suffrages;
M. Babinet. 2
M. Milne Edwards. . 1

Il y a un billet blanc.

M. **Regnault**, ayant obtenu la majorité des suffrages, sera présenté comme le candidat de l'Académie à M. le Ministre de l'Instruction publique.

L'Académie procède ensuite, également par voie de scrutin, à la nomination d'un candidat pour la *chaire de Zoologie* (mammifères et oiseaux) vacante au Muséum d'Histoire naturelle, par suite de la démission de M. *E. Geoffroy-Saint-Hilaire*.

Le nombre des votants est de 49. Au premier tour de scrutin,

M. Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire obtient 45 suffrages;
M. Milne Edwards. 3

Il y a un billet blanc.

M. **Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire**, ayant réuni la majorité des suffrages, sera présenté à M. le Ministre de l'Instruction publique comme le candidat de l'Académie.

M. le **Ministre des Travaux publics** invite l'Académie à désigner parmi ses membres trois Commissaires qui, aux termes du décret du 25 août 1804, doivent faire parti du jury chargé de prononcer sur le mérite des pièces de concours produites par les élèves de l'École royale des Ponts-et-Chaussées.

Avant qu'on ne procède au scrutin pour élire cette Commission, deux des membres qui en faisaient partie l'an passé, MM. Dupin et Piobert, prient qu'on veuille bien ne les pas renommer, attendu qu'ils seront absents pendant l'époque du concours.

Le résultat du scrutin désigne, pour faire partie de cette Commission, MM. Coriolis, Liouville, Duhamel.

MÉMOIRES LUS.

ANATOMIE COMPARÉE. — *Recherches microscopiques sur le contenu de la vésicule du germe envisagé dans toutes les classes de la série animale, et sur la fonction qu'il est destiné à remplir dans l'acte de la génération; par* M. **Coste**. (Extrait par l'auteur.)

(MM. de Blainville et Dumas sont adjoints à la Commission nommée pour un précédent travail du même auteur. Cette première Commission était composée de MM. Serres, Dutrochet, Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire).

« En étudiant au microscope la vésicule germinative, on a découvert, dans ces derniers temps, que, chez certaines espèces, il existe, au sein du fluide qu'elle renferme, un amas régulier de granules, ou un corpuscule affectant une forme plus ou moins lenticulaire. Or comme ce corpuscule ou cette tache, ainsi qu'on l'a désigné d'abord, a paru se manifester d'une manière constante, on a été conduit à le considérer comme *un véritable germe déjà vivant et formé avant la conception.* L'on a ajouté ensuite, pour corroborer cette hypothèse, qu'après le rapprochement des sexes, cette tache, ou ce prétendu germe, passait dans la partie centrale de la cicatricule d'où l'embryon tire son origine.

» Si cette manière de voir n'est pas l'expression tout-à-fait formelle de la préexistence des germes, elle y conduit cependant d'une manière inévitable.

En effet, si d'un côté l'on admet que cette tache granuleuse soit le véritable germe déjà vivant et formé avant la conception, et si de l'autre on suppose que ce prétendu germe soit, à l'exclusion du reste de la matière renfermée dans la vésicule germinative, seul admis à constituer la portion du blastoderme où l'embryon va se manifester, il semble que ce germe prétendu doive être considéré comme la forme primitive d'un organisme, dont celle de l'animal adulte ne serait, en quelque sorte, que l'amplification. Aussi, dès qu'on est entré dans cette voie, il est difficile de s'y maintenir sans aboutir, par un enchaînement irrésistible de conséquences, à la théorie de l'évolution.

» Mais pour qu'il fût permis de donner à la tache supposée germinative une semblable signification, pour qu'il fût possible surtout d'élever ainsi un fait spécial à la hauteur d'une idée générale, il faudrait que ce fait se reproduisît dans toutes les espèces, sinon d'une manière complétement identique, du moins avec un caractère d'analogie tellement évident, que l'on ne pût en contester la réalité. Or l'observation m'a démontré bien évidemment que chez un très grand nombre d'espèces, à quelque classe qu'elles appartiennent, la matière renfermée dans la cavité de la vésicule germinative, au lieu de manifester dans son sein la présence d'un corps circonscrit ou défini, que l'on puisse considérer comme *un germe déjà formé et vivant avant la conception*, se montre, au contraire, tantôt homogène dans toutes ses parties, tantôt parsemée d'un plus ou moins grand nombre de points globulineux tenus en suspension.

» Après avoir reconnu que l'existence de la tache ou du prétendu germe que l'on supposait déjà vivant avant la conception, loin d'être un fait général, ne se trouve, au contraire, qu'une exception qui, par conséquent, ne peut avoir l'importance qu'on lui a attribuée, j'ai cherché à savoir quel est le rôle assigné à la vésicule germinative dans l'acte de la génération, et sous quelle forme la matière qu'elle contient concourt à la réalisation de l'être nouveau qui tend à se constituer. A cet effet, j'ai observé les modifications que la cicatricule éprouve lorsque l'œuf se détache de l'ovaire pour passer dans l'oviducte. Il m'a paru que pendant ce laps de temps les parois de la vésicule germinative sont résorbées, et que, par suite de leur disparition, la matière que cette vésicule renfermait s'épanche, tout entière, dans le blastoderme, pour se confondre avec lui, et devenir la propre substance de sa partie centrale.

» Ainsi donc, la circatricule qui, dans l'ovaire, était représentée par un disque granuleux ayant une vésicule logée dans sa partie centrale, se trouve, après la chute de l'œuf, par le fait même de la résorption

des parois de cette vésicule, et par suite de l'épanchement des matériaux qu'elle renfermait dans sa cavité, convertie en un tout homogène, dont la partie centrale est tout aussi uniformément granuleuse que la circonférence. Or, comme dans les phénomènes ultérieurs du développement, c'est la partie centrale de la cicatricule qui donne naissance à l'embryon, il s'ensuit que ce dernier n'y préexistait pas, puisque la matière dont il émane a subi, quelque temps auparavant, une sorte de fusion moléculaire, à la faveur de laquelle elle s'est incorporée à la substance du blastoderme; fusion qui, en la faisant passer à l'état amorphe, s'il est permis de s'exprimer ainsi quand il s'agit de phénomènes si admirablement calculés, exclut toute idée de la préexistence *d'un germe déjà vivant et formé avant la conception.* »

ZOOLOGIE. — *Propositions sur l'organisation des polypes fluviatiles; par* M. COSTE.

« A la veille de partir pour un voyage d'exploration scientifique sur le littoral de l'Italie, afin d'y recueillir les matériaux pour compléter la publication de mon ouvrage d'Embryogénie comparée, je demande la permission de présenter à l'Académie quelques-uns des résultats d'un travail général sur l'organisation et l'histoire naturelle des animaux inférieurs, travail que j'aurai l'honneur de lui soumettre en entier quand tous les dessins seront terminés. Malheureusement le temps n'ayant encore permis d'en exécuter qu'un petit nombre, il ne sera question aujourd'hui que des polypes fluviatiles, et, par conséquent, cette communication ne doit être considérée que comme un fragment fort restreint de recherches plus étendues. En attendant, l'Académie me permettra de déposer, dans un paquet cacheté, les croquis qui se rapportent à ce travail, ainsi que leur explication.

» Les points sur lesquels je desire fixer aujourd'hui l'attention sont les suivants:

» *Appareil musculaire des polypes fluviatiles.*— Il se compose :

» 1°. De muscles moteurs tentaculaires qui sont de deux sortes, les uns fléchisseurs en dedans, les autres fléchisseurs en dehors. Ils règnent dans toute l'étendue des tentacules, et offrent dans leur trajet un certain nombre de nodosités;

» 2°. Des muscles moteurs de la languette, disposés d'avant en arrière sur deux séries parallèles, et dont l'usage est de relever cet organe;

» 3°. Des rétracteurs de l'animal, formant deux grands muscles qui, du fond de la cellule où ils s'insèrent un peu en avant du point d'attache de l'ovaire, remontent de chaque côté de l'intestin sur lequel ils envoient, en passant, des fibres d'insertion, et qui, arrivés vers le milieu de l'œsophage, se divisent en deux faisceaux inégaux. Le plus grand se fixe sur les côtés de l'ouverture buccale à la base des bras, et l'autre à la partie postérieure de la base de ces mêmes bras. Chez les paludicelles, les deux faisceaux ne se décomposant pas, les fibres s'étalent et s'insèrent presque sur tout le pourtour de la bouche;

» 4°. Des rétracteurs propres de l'intestin, au nombre de deux, fixés, d'une part, en arrière du point d'insertion de l'ovaire, et de l'autre à la partie postérieure de l'estomac, où ils paraissent se terminer après s'être bifurqués;

» 5°. Des muscles dilatateurs du fourreau. Ils sont peaussiers, disposés plus ou moins transversalement, et en très grand nombre, dans une certaine étendue de la longueur du pourtour de l'extrémité libre de la cellule. Ils s'insèrent d'une part à la face interne de la peau qui tapisse l'extrémité de la cellule, et de l'autre à la face externe de cette même peau qui, par son invagination, constitue le fourreau. Leur usage est de dilater l'ouverture de la cellule, et de favoriser, par conséquent, la sortie de l'animal en faisant cesser l'occlusion occasionnée par la contraction d'un sphincter du fourreau dont ils sont les antagonistes. Les paludicelles offrent, sous ce rapport, une différence qu'il serait trop long d'exposer ici et que mes planches rendent sensible;

6°. Des muscles régulateurs du fourreau, au nombre de dix environ. Ils sont disposés comme autant de cordes qui, du tiers antérieur de la longueur de la face interne de la cellule où ils s'insèrent, se portent, radiairement, en convergeant d'arrière en avant, vers le pourtour de l'extrémité postérieure du fourreau sur tous les points de la circonférence duquel ils s'attachent. Ils paraissent avoir pour usage de contraindre le fourreau à affecter, d'une manière permanente, la disposition invaginée qui le constitue, et surtout de s'opposer à une évagination trop grande de l'animal. C'est pour cela que nous les nommons régulateurs du fourreau. Ils sont bien moins nombreux chez la paludicelle que chez les polypes à panache en fer à cheval.

» Les muscles dilatateurs et les muscles régulateurs du fourreau sont les seules parties qui rappellent, jusqu'à un certain point, la disposition ra-

diaire chez les polypes fluviatiles, dont tout le reste de l'organisation est manifestement binaire.

» *Appareil digestif.* — Il se compose de trois compartiments bien distincts, qui sont l'œsophage, l'estomac et le rectum.

» L'œsophage se termine en avant par une bouche circulaire et ciliée, surmontée d'une languette également ciliée qui lui sert d'opercule et qui varie en forme, en grandeur et en disposition, selon les espèces. Il communique en arrière avec l'estomac *par un museau de tanche* saillant à l'intérieur de cet estomac. Cette languette et ce museau de tanche sont une disposition anatomique qui appartient exclusivement aux polypes à panache en forme de fer à cheval, et qui cesse d'exister chez les paludicelles, lesquelles présentent, sous ce rapport, une conformation fort différente, et chez lesquelles on remarque aussi *que l'absence d'une languette et d'un museau de tanche* coïncide avec celle de la membrane palmée qui réunit la base des tentacules des polypes à panache en fer à cheval.

» L'estomac forme une grande poche terminée postérieurement en cul-de-sac et présentant, dans toute l'étendue de sa face interne, des plis longitudinaux fort saillants.

» Le rectum prend naissance vers la partie antérieure de l'estomac, un peu en arrière de l'œsophage, par une ouverture munie d'un sphincter, et s'ouvre à l'extérieur, au dos de l'animal.

» Les parois de ces trois divisions intestinales offrent une épaisseur notable, ont une structure qui paraît de nature glanduleuse, et présentent une couche musculaire formée de fibres circulaires qui leur donnent une grande puissance contractile et qui permettent à l'estomac d'imprimer aux aliments des mouvements fort prononcés, dont l'usage serait d'en faciliter la digestion. Chez les paludicelles cette faculté contractile étant beaucoup moindre, y est remplacée par la présence de cils fort longs, placés au pourtour de l'ouverture de communication de l'estomac avec le rectum, et qui, par leurs vibrations, agitent les molécules alimentaires.

» *Appareil de la reproduction.* — Indépendamment de la faculté reproductive par bourgeons, les polypes fluviatiles se propagent aussi par des œufs qui sont produits par un ovaire filiforme, situé à la partie postérieure de l'estomac auquel il tient par une de ses extrémités, pendant qu'il se fixe par l'autre à la face interne de la cellule, entre les deux points d'attache des muscles rétracteurs de l'animal et des muscles rétracteurs de l'intestin. Tous les individus d'un même polypier nous ont paru produire des œufs

et, par conséquent, s'il existe deux sexes, ces deux sexes doivent être réunis sur le même individu.

» En général, l'œuf de l'alcyonelle donne naissance *à deux individus réunis*, mous, contractiles dans toute leur étendue; en sorte que le jeune polypier qui résulte de la coexistence de ces deux individus, est susceptible de se déplacer jusqu'au moment où *la couche superficielle de son enveloppe extérieure se solidifie.* L'enveloppe extérieure de la cristatelle ne se solidifiant jamais, conserve toujours cette faculté contractile.

» Nous avons observé dans la cavité viscérale commune aux deux individus qui sortent de l'œuf de l'alcyonelle, un masse sphéroïdale bien limitée, qui diminue de volume à mesure que le jeune polypier grandit, et finit par disparaître. Cet organe transitoire nous a paru être en connexion avec l'extrémité postérieure de l'estomac, et nous semble, sous plusieurs rapports, devoir être considéré comme une vésicule ombilicale.

» Les jeunes de la cristatelle ont toute leur cavité viscérale occupée par une matière granuleuse qui nous a paru de la même nature que celle qui remplit la vésicule ombilicale des alcyonelles. Cette matière s'étend jusqu'à l'extrémité des tentacules; ce qui prouve d'une manière évidente que ces tentacules sont creux dans toute leur étendue, et représentent, chacun, un long cul-de-sac communiquant avec la cavité qui existe entre la peau de l'animal et son intestin. Au reste, cette communication est encore prouvée, chez les adultes, par le passage du fluide qui circule dans cette cavité.

» *Système nerveux.*—Il se compose d'un double ganglion sus-œsophagien, fournissant des filets postérieurs qui descendent le long de l'œsophage, et des filets antérieurs qui paraissent se diriger en avant et sur les côtés.

» Maintenant, en ayant égard à l'organisation compliquée des espèces de polypes pour lesquelles nous venons d'établir ces propositions, à la disposition en général binaire de leurs organes, à la position de leur système nerveux; en considérant qu'ils ont un manteau analogue, sous plusieurs rapports, à celui des mollusques; qu'ils produisent, comme ces derniers, l'enveloppe qui les protége; si l'on prenait encore en considération certains faits spéciaux qu'offrent les cristatelles, ceux, par exemple, d'avoir un pied contractile dans tous les points, et de secréter, comme les gastéropodes, une matière visqueuse abondante (1), on serait conduit non-seulement à

---

(1) Les cristatelles sécrètent une mucosité tellement abondante, que le fond de l'eau

les faire passer dans la classe des mollusques, mais à y introduire aussi tous les animaux qui leur sont inférieurs. Cependant, avant de présenter cette conclusion comme un fait définitivement acquis, nous demanderons à exposer encore quelques-uns des résultats de nos recherches. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur la fermentation lactique; par* MM. **Boutron-Charlard** *et* **E. Fremy**. (Extrait par les auteurs.)

(Commissaires, MM. Thenard, Pelouze, Regnault.)

« Nous nous sommes proposé d'étudier les circonstances dans lesquelles l'acide lactique prend naissance, et de reconnaître d'une manière précise la nature des agents qui déterminent sa formation. Comme les expériences dont nous allons rendre compte démontrent que les différentes productions de l'acide lactique dépendent d'une seule et même force qui a la plus grande analogie avec celle qui donne lieu à la fermentation alcoolique, nous lui avons donné le nom de *fermentation lactique.*

» Nous n'avions pas seulement pour but de trouver un moyen de produire à volonté un corps qui peut avoir autant d'importance sous le rapport théorique que par ses applications à la médecine, mais surtout de déterminer le mode de production d'un acide organique qui offre une analogie frappante avec les acides malique, citrique et tartrique, sur la formation desquels nous n'avons, jusqu'à présent, aucune donnée précise.

» Nous rappellerons ici les travaux qui nous ont été utiles dans nos recherches; nous citerons en première ligne ceux de M. Thenard qui ont pour objet l'action de l'albumine sur le sucre, les expériences de MM. Payen et Persoz sur la diastase, celles de M. Dubrunfaut sur la fermentation, ainsi que les observations que M. Liebig vient de publier sur le même sujet dans son Traité de Chimie organique. Enfin, nous avons rattaché nos expériences à celles que l'un de nous a faites sur la pectine et l'acide pectique, et aux

---

où elles vivent en est pour ainsi dire tapissé. Ce tapis muqueux, dont l'épaisseur est de 8 ou 10 millimètres dans quelques points, et dont l'étendue est tellement considérable que nous l'avons vu recouvrir une grande partie de l'étang de Plessis-Piquet, et de certaines localités de la Seine, paraît être destiné à mettre les polypiers à l'abri du contact trop rude des corps sous-jacents.

Au reste, malgré sa grande étendue, ce tapis est toujours en rapport avec le nombre des polypes qui le produisent.

recherches que nous avons publiées en même temps que M. Bussy sur la production de l'huile volatile de moutarde.

» On sait que l'acide lactique est un des plus importants que présente la Chimie organique, et qu'il se forme dans un grand nombre de circonstances. On le rencontre dans presque tous les liquides de l'économie animale, dans les produits de la fermentation des sucs végétaux, dans l'eau sure des amidonniers, et dans le lait exposé pendant quelques jours au contact de l'air. Nous devions donc examiner le mode de production de l'acide lactique dans les divers cas que nous venons d'indiquer, en recherchant d'abord la nature de la matière qui se transformait en acide lactique, ainsi que les propriétés du ferment qui opère sa transformation. Nous avons reconnu que, sous l'influence de certaines matières animales, un grand nombre de substances neutres peuvent se convertir en acide lactique, et cette conversion est d'autant plus nette, que ces substances sont peu propres à donner naissance à la fermentation alcoolique; nous citerons particulièrement la dextrine et le sucre de lait.

» Toutes les matières organisées d'origine végétale ou animale sont aptes, lorsqu'elles ont été exposées à l'air pendant quelque temps, à transformer les substances neutres en acide lactique.

» En étudiant avec soin l'action des différentes matières animales sur les substances neutres, nous avons remarqué qu'elles pouvaient, en traversant différents degrés de désorganisation, devenir susceptibles de produire des altérations correspondantes à ces degrés de décomposition. Le mode d'action d'un ferment ne dépend donc pas seulement de sa nature, mais encore de la décomposition qu'il éprouve. C'est ainsi, par exemple, que la diastase peut convertir d'abord l'amidon en dextrine et en sucre, et qu'elle peut ensuite les transformer en acide lactique, et plus tard en alcool et en acide carbonique.

» D'après ces données, on comprend que lorsqu'on veut étudier l'action d'une matière animale sur un corps neutre, il faut nécessairement arrêter la décomposition du ferment, car sans cela, au lieu d'obtenir le résultat de l'action d'un seul ferment, on n'aurait plus que les produits compliqués d'une série de ferments ayant chacun leur propriété spéciale. Pour donner un exemple à l'appui de ce que nous venons d'avancer, nous dirons qu'une membrane peut, lorsqu'on la met en contact avec du sucre, le transformer, comme chacun sait, en acide lactique, en mannite, en matière visqueuse, en alcool et en acide carbonique; mais si l'on parvient à arrêter les modifications que la membrane éprouve, on reconnaît alors que les produits que

GÉOGRAPHIE. — *Observations faites durant un voyage dans le pays d'Adel et le royaume de Choa; par* M. **Rochet**, d'Héricourt.

(Commission précédemment nommée.)

M. Rochet est entré dans le pays d'Adel par la baie ou plutôt le golfe de Toujourra, sorte de canal long de trente-deux à trente-quatre lieues sur six à sept de largeur, obstrué à son entrée par une infinité de petits îlots et semé d'une infinité de récifs qui en rendent la navigation dangereuse. Le village qui donne son nom au golfe est situé au fond de la baie, presqu'au pied d'une chaîne de montagnes volcaniques qui court de l'est à l'ouest.

Pour se rendre de ce point dans le royaume de Choa, M. Rochet eut à traverser dans toute sa longueur le pays d'Adel; la route qu'il suivit n'est praticable qu'à l'époque où les pluies périodiques ont rempli certains réservoirs naturels qu'on rencontre de distance en distance. Dans tout ce trajet qui a cent-trente lieues environ on ne trouve de rares apparences de culture, et la contrée paraît en général très stérile. Elle est croisée en tous sens par des chaînes de collines peu élevées qui, comme les hautes montagnes des environs de Toujourra, présentent les traces les plus évidentes de l'action volcanique.

« Il est impossible, dit M. Rochet, qu'on puisse se faire, si l'on n'a visité ces régions, une idée de la quantité prodigieuse de lave que l'on y remarque en beaucoup d'endroits, et qui couvrent d'immenses espaces. Dans certaines localités, elle a formé des couches de 1^{m} à $1^{m}\frac{1}{2}$ d'épaisseur d'une substance lisse et compacte renfermant de petits cristaux de feldspath; dans d'autres, les coulages ont eu lieu par ondulation et ont produit une lave raboteuse, vitreuse, boursouflée, enveloppant de gros cristaux de feldspath blancs et luisants, ce qui lui donne un aspect siénitique; ailleurs ils offrent une lave grise pleine de cavités renfermant de petits cristaux de fer titané; sur plusieurs points les coulages ont jusqu'à 40 et 45 mètres d'épaisseur; souvent enfin on observe une multitude de cônes tronqués, peu élevés, enveloppés d'une lave vitrifiée, hétérogène, assez semblable aux scories qui se trouvent parfois dans les fours à chaux, et formant, sur un terrain ferrugineux, des couches inégales de 5 à 15 centimètres d'épaisseur. Le lieu où les coulages ont été les plus considérables est situé non loin de la rivière d'Awache, auprès du royaume de Choa. J'ai visité le Vésuve, l'Etna et Stromboli: la lave de tous ces volcans réunis ne

peut servir de terme de comparaison pour celle que j'ai vue dans le voisinage de l'Awache. J'ai rencontré, dans le royaume d'Adel, un grand nombre de volcans éteints, mais je n'en ai vu aucun qui fût en combustion.

» Depuis Toujourra jusqu'au royaume de Choa, j'ai aussi vu vingt-trois sources d'eau chaude, dont les températures diverses varient au thermomètre de Réaumur depuis 53° jusqu'à la chaleur de l'eau bouillante...

» La population du royaume d'Adel se compose de plusieurs tribus nomades, qui n'ont d'autre occupation et ne connaissent d'autre industrie que celles de la vie pastorale. Plusieurs d'entre elles sont adonnées au pillage. Ces diverses tribus appartiennent à la même race, et se donnent le nom national de Danakiles, leur langue diffère de l'arabe, de l'abyssin moderne, de l'éthiopique et de la langue des Gallas; c'est pourtant de cette dernière qu'elle se rapproche le plus.

» En général, les Danakiles sont de belle taille, bien musclés et fortement constitués: leur teint est cuivré plutôt que noir, et les traits de leur visage ne les rapprochent nullement des nègres. Leur front est large et haut; ils ont le nez presque aquilin, la bouche bien taillée, et leurs lèvres ne sont pas épaisses comme celles de la race noire proprement dite...

» La végétation du pays d'Adel est très bornée, on y voit quelques gummifères, des aloès, et surtout des agaves filamenteuses dont les naturels font de très bonnes cordes...

» Lorsque, après avoir traversé l'Awache, on entre dans le royaume de Choa, l'aspect du pays change complétement. Des montagnes qui s'élèvent en amphithéâtre, présentent de tous côtés une végétation vigoureuse, et la régularité des cultures annonce que l'homme a su mettre à profit la fertilité du sol. Aux chaleurs dévorantes du désert qu'on vient de quitter, a succédé un climat tempéré, plus agréable même que le climat de la basse Égypte, si justement vanté.

» Les provinces qui obéissent au roi de Choa forment une contrée à peu près circulaire, ayant 100 lieues environ de diamètre, enclavée entre le royaume de Gondar qui la borne au nord; le royaume de Zingiro, la province de Caffa qui lui sont contiguës au sud-ouest; le Nil dont les eaux forment sa frontière occidentale; les montagnes habitées par les Aroussis ou Itou-Gallas au sud; et le pays des Adels à l'est.

» La richesse de ce pays est toute dans son agriculture. Les deux saisons de pluies qui règnent périodiquement chaque année, permettent aux habitants de faire par an deux moissons de céréales. Les grandes pluies com-

mencent vers le milieu du mois de juin, elles durent deux mois et demi, trois au plus, et se terminent dans les premiers jours du mois de septembre. Les deux premiers mois la pluie tombe jour et nuit, comme par torrents: elle est quelquefois accompagnée d'une grosse grêle; le tonnerre ne cesse de se faire entendre.

» Les petites pluies commencent aux premiers jours de janvier dans l'est. L'époque de leur apparition varie sur les différentes parties de la surface du pays; elles durent de 15 à 20 jours: ce sont des averses qui tombent par intervalles.

» La plus précieuse des productions du royaume de Choa est le coton arbuste; celui qu'on y cultive est de la variété dite *courte soie*, mais d'une qualité supérieure; les étoffes qui en sont faites offrent une souplesse soyeuse qu'on ne rencontre jamais dans les tissus de coton manufacturés en Europe. La culture de ce coton est aujourd'hui bornée aux besoins de la consommation locale; si des rapports commerciaux avec les étrangers l'exigeaient, on pourrait l'étendre dans de très grandes proportions.

» D'après les informations que j'ai recueillies, dit M. Rochet, la population totale du royaume de Choa paraît s'élever à 1,500,000 âmes. Les Gallas en forment la partie la plus considérable; puis viennent les chrétiens, et enfin les musulmans de même race que ceux-ci, mais qui descendent des habitants d'Éfate-Argoula, que le conquérant Saumalis (Mahamet Gragne) convertit par la force à l'islamisme, lorsqu'il envahit l'Abyssinie, au commencement du XVIe siècle.

» Il est difficile à un Européen de déterminer les différences physiques qui distinguent les Gallas des Abyssins proprement dits, ou Amharas: ceux-ci, néanmoins, reconnaissent tout de suite un Galla à son aspect.

» Les Amharas appartiennent à une magnifique race: leurs hommes sont en général de haute taille et de constitution vigoureuse; leur teint est cuivré, mais leurs traits sont réguliers, et de grands yeux noirs étincelants animent leur physionomie: ils ont en général le front d'une belle forme et couronné d'une épaisse chevelure bouclée.

» La race galla est fort belle: son arrivée en Abyssinie ne remonte pas à une époque fort éloignée; elle paraît y être venue du Zenguebar, province habitée encore aujourd'hui par quelques-unes de ses tribus. Du reste, il est douteux qu'elle soit originaire du continent africain. En effet, une vieille tradition répandue parmi les Gallas, les représente comme ayant traversé deux mers, une petite, l'autre grande, avant d'avoir touché aux côtes de

l'Afrique; ces deux mers sont probablement le golfe Persique et l'Océan indien. Leurs caractères physiques n'ont rien qui répugne à cette supposition. »

Le Mémoire de M. Rochet est terminé par une Notice sur deux végétaux qu'on trouve dans le royaume de Choa : l'un, désigné par les habitants sous le nom d'*Indote,* fournit un fruit féculent, que l'on broie pour en former une pâte que l'on emploie aux mêmes usages que le savon; l'autre, le coussolier (*Banksia abyssinica*), porte une fleur que l'on emploie avec succès contre le tœnia. M. Rochet a apporté une quantité de ces fleurs suffisante pour permettre de répéter les expériences en France, et il annonce qu'elles sont entièrement à la disposition de MM. les membres de la Commission.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE. — *Sur le poids atomique de l'urane; par* M. EUG. PÉLIGOT.

« L'urane, bien que connu depuis plus d'un demi-siècle, n'a été l'objet jusqu'ici que d'un petit nombre de recherches : les propriétés de ce métal sont mal définies et cependant il offre plusieurs particularités très dignes de fixer l'attention des chimistes.

» Ayant à ma disposition une assez grande quantité d'uranite, que je dois à l'obligeance de M. de Fontenay, propriétaire à Autun, j'ai entrepris d'étudier les principaux composés que peut produire ce corps : on sait que l'uranite d'Autun est un phosphate double d'urane et de chaux qui, par sa composition assez simple, se prête mieux que tout autre produit naturel à l'extraction de ce métal.

» D'après les expériences d'Arfwedson, confirmées par celles de M. Berzélius, le poids atomique de l'urane est représenté par le nombre 2711,3.
« Ce métal, dit M. Berzélius, a deux oxides dans lesquels les multiples
» d'oxigène sont 2 et 3. On a tout lieu de regarder ces oxides comme $U+O$ et
» $2U+3O$, parce que l'urane, quoiqu'il n'ait pas une très grande pesanteur
» spécifique, possède le poids atomique le plus fort. »

» Comme ce poids atomique a été fixé sans qu'on ait fait intervenir l'analyse d'un seul des sels formés par ce métal, j'ai pensé qu'il était nécessaire, en commençant ces recherches, de déterminer la composition élémentaire de quelques-uns d'entre eux : l'acétate de peroxide d'urane m'a paru offrir

les conditions qu'on doit rechercher dans un sel destiné à la détermination d'un poids atomique : ce sel cristallise en petits prismes isolés, transparents, faciles à purger de leur eau-mère ; ses caractères physiques ne peuvent laisser aucun doute sur son homogénéité.

» L'analyse de ce sel a donné (1) :

	1re expérience.	2e expérience.
Carbone..............	11,27	11,30
Eau..................	21,60	21,16
Peroxide d'urane.......	67,30	

» La détermination du carbone et de l'eau a été faite en employant les procédés indiqués par MM. Dumas et Stas pour arriver à la détermination précise des éléments organiques.

» Or, en admettant que le sel analysé contient 1 équivalent d'acide acétique et 2 équivalents d'eau, et en partant du poids atomique du carbone de MM. Dumas et Stas pour rechercher, par le calcul, celui de l'oxide d'urane, on trouvera que ce poids peut être représenté par le nombre 1800, ainsi que l'exprime la formule suivante :

C^8....................	300,0	11,26
H^{10}....................	62,5	21,09
O^5....................	500,0	
Oxide d'urane...........	1800,0	67,65
	2662,5	100,00

» Comme il est très probable, à cause des analogies, que cet acétate doit contenir une base renfermant 100 parties d'oxigène, le poids atomique de l'urane, si ces expériences sont exactes, devrait être représenté désormais par le nombre 1700.

---

(1) Voici les données des analyses :

1re analyse.	2e analyse.
2,000 acétate d'urane	1,413 acétate d'urane
0,433 eau	0,586 acide carbonique
0,827 acide carbonique	0,309 eau.
0,854 acétate d'urane	
0,575 oxide jaune.	

» La formule du sel analysé serait donc

$$C^8H^6O^3, UO, 2HO;$$

tandis que, d'après M. Berzélius, elle est représentée par

$$3(C^8H^6O^3, 2HO)U^2O^3.$$

» Je dois faire remarquer d'ailleurs que cette dernière formule exige que 100 d'acétate fournissent 68,8 d'oxide d'urane, 10,8 de carbone et 21,4 d'eau, nombres qui s'écartent trop de ceux fournis par l'expérience directe pour qu'il soit possible de les adopter sans faire intervenir des raisons qui n'existent pas dans la circonstance actuelle.

» L'analyse de l'azotate d'urane cristallisé conduirait aux mêmes conséquences: la composition de ce sel, dont j'ai déterminé directement l'azote, l'eau et l'oxide d'urane, serait représentée par la formule

$$AzO^5, UO, 6HO.$$

» Si le peroxide d'urane est UO, le protoxide sera probablement U^2O. L'urane offrirait donc le même rapport dans ses degrés d'oxidation que le cuivre.

» La composition du protoxide, qui a été établie directement par Arfwedson en réduisant cet oxide par l'hydrogène, ne s'accorde pas, il est vrai, avec cette supposition: ce chimiste a trouvé que 100 d'urane y sont combinés avec 3,55 d'oxigène, tandis que, d'après le poids atomique déduit des analyses précitées, 100 d'urane devraient prendre 2,90 d'oxigène.

» Mais Arfwedson remarque lui-même que ses expériences laissent beaucoup à desirer: il n'est pas probable que ce chimiste ait obtenu le protoxide d'urane pur; car ce corps offre une grande tendance à se suroxider, et il ne paraît pas qu'Arfwedson ait tenu compte de cette circonstance.

» En outre, la composition assignée par ce même chimiste au peroxide s'accorde assez bien avec celle qui résulte de la modification que je propose pour le poids atomique du métal. En effet, 100 d'urane sont combinés avec 5,53 d'oxigène dans le peroxide, si l'on admet l'ancien poids atomique: avec le nouveau, 100 d'urane prennent 5,80 d'oxigène pour produire le même corps.

» J'espère d'ailleurs présenter bientôt à l'Académie un travail sur l'urane, dans lequel ces diverses questions seront directement résolues. »

CORRESPONDANCE.

La séance devant être abrégée en raison du Comité secret pour la discussion des titres des candidats à la place vacante dans la section de Physique, la lecture de la Correspondance est renvoyée à la séance prochaine qui aura lieu le mercredi 5 mai.

L'Académie accepte le dépôt de trois paquets cachetés présentés, l'un par M. **Coste**, et annoncé dans sa Note sur les polypiers fluviatiles;

L'autre par MM. **Gaultier de Claubry** et **Brunet**;

Le troisième enfin par M. **Viollet**.

A 4 heures $\frac{1}{2}$ l'Académie se forme en comité secret.

COMITÉ SECRET.

Dans le comité secret, l'Académie a discuté le mérite des candidats présentés lundi dernier par la section de Physique. Ces candidats sont :

M. Despretz;
M. Cagniard-Latour;
MM. Péclet et Peltier (*ex æquo*);
M. Lechevalier.

La nomination aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures. A.

ERRATA. (Séance du 19 avril 1841.)

Page 678, ligne 26, *au lieu de* inclinaisons, *lisez* déclinaisons.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans cette séance les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 1er semestre 1841, n° 16, in-4°.

Leçons de Botanique, comprenant principalement la Morphologie végétale, la Terminologie, la Botanique comparée, l'examen de la valeur des caractères dans les diverses familles naturelles; par M. Auguste de Saint-Hilaire; 1841, in-8°.

Recueil de la Société Polytechnique; mars 1841, in-8.

Éloge de Pierre Robiquet; par M. Bussy. (Extrait du *Journal de Pharmacie,* avril 1841.) In-8°.

Revue critique des Livres nouveaux; rédigée par M. Cherbuliez; n° 4, 1841, in-8°.

Revue encyclopédique; mars 1841, in-8°.

Théorie complète de l'Arithmétique; par M. Sauteyron, 3e édition, in-8°.

Note sur un moyen de traiter les Eaux publiques avec de la laine; par M. Grimaud de Caux; une feuille in-fol.

Bulletin général de Thérapeutique médicale et chirurgicale; 15—30 avril 1841, in-8°.

Bulletin des sciences physiques et naturelles en Néerlande; année 1840, 2e livraison; Utreckt, in-8°.

Monographia generum Aloes et Mesembryanthemi; auctore Josepho, principe de Salm-Resfferscheid-Dyck; fasciculus 3; Dusseldorf, in-4°.

Constitution... *Constitution de l'Institut national pour l'avancement des Sciences, établi à Washington;* mai 1840, broch. in-8°.

Discourse... *Discours sur le but et l'importance de l'Institut national de Washington, lu dans le 1er anniversaire; par* M. Soel R. Poinsett; broch. in-8°.

Tijdschrift... *Annales des Sciences naturelles et de Physiologie;*

par MM. Vander-Hoeren et Devrièse; 8e vol., 1er cahier; Amsterdam, 1841, in-8°.

Gazette médicale de Paris; tome 9, n° 17, in-4°.

Gazette des Hôpitaux; n° 49—51.

L'Expérience, journal de Médecine; n° 199, in-8°.

La France industrielle; jeudi 22 avril 1841.